

**Tolerância de Genótipos de Arroz à  
Salinidade da Água de Irrigação**



ISSN 1678-2518

Setembro, 2015

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Clima Temperado  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

# ***Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 209***

## **Tolerância de Genótipos de Arroz à Salinidade da Água de Irrigação**

Walkyria Bueno Scivittaro  
Paulo Ricardo Reis Fagundes  
Ariano Martins de Magalhães Júnior

Embrapa Clima Temperado  
Pelotas, RS  
2015

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Clima Temperado**

Endereço: BR 392, Km 78

Caixa postal 403, CEP 96010-971 - Pelotas/RS

Fone: (53) 3275-8100

[www.embrapa.br/clima-temperado](http://www.embrapa.br/clima-temperado)

[www.embrapa.br/fale-conosco/sac/](http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac/)

**Comitê de Publicações da Unidade Responsável**

Presidente: *Ana Cristina Richter Krolow*

Vice-presidente: *Enio Egon Sosinski Junior*

Secretária-Executiva: *Bárbara Chevallier Cosenza*

Membros: *Ana Luiza Barragana Viegas, Apes Falcão Perera, Daniel Marques Aquini, Eliana da Rosa Freire Quincozes, Marilaine Schaun Pelufe.*

Revisão de texto: *Bárbara Chevallier Cosenza*

Normalização bibliográfica: *Marilaine Schaun Pelufê*

Editoração eletrônica: *Manuela Coitinho (estagiária)*

Foto(s) de capa: *Walkyria Bueno Scivittaro*

**1ª edição**

1ª impressão (2015): 30 exemplares

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Clima Temperado

---

S419t Scivittaro, Walkyria Bueno

Tolerância de genótipos de arroz à salinidade da água de irrigação / Walkyria Bueno Scivittaro, Paulo Ricardo Reis Fagundes, Ariano Martins de Magalhães Júnior. - Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2015.

25 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Clima Temperado, ISSN 1678-2518 ; 209)

1. Arroz irrigado. 2. Salinidade. 3. Genética vegetal.

I. Fagundes, Paulo Ricardo Reis. II. Magalhães Júnior, Ariano Martins. III. Título. IV. Série.

633.18 CDD

©Embrapa 2015

# Sumário

<b>Resumo .....</b>	<b>5</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>7</b>
<b>Introdução .....</b>	<b>9</b>
<b>Material e Métodos .....</b>	<b>11</b>
<b>Resultados e Discussão .....</b>	<b>14</b>
<b>Conclusões .....</b>	<b>21</b>
<b>Referências .....</b>	<b>21</b>



# Tolerância de Genótipos de Arroz à Salinidade da Água de Irrigação

---

*Walkyria Bueno Scivittaro<sup>1</sup>*

*Paulo Ricardo Reis Fagundes<sup>2</sup>*

*Ariano Martins de Magalhães Júnior<sup>3</sup>*

## Resumo

Na região litorânea do Rio Grande do Sul, a irrigação do arroz com água salinizada no período reprodutivo causa prejuízos frequentes à produtividade da cultura. Realizou-se um estudo para avaliar a tolerância de genótipos de arroz à salinidade da água de irrigação na fase reprodutiva. O experimento foi realizado na Embrapa Clima Temperado, em Capão do Leão, RS, em tanques de alvenaria preenchidos com a camada superficial de um Planossolo Háplico. Os tratamentos compreenderam três níveis de salinidade na água de irrigação aplicada a partir da diferenciação da panícula (água natural; solução 0,25% de NaCl e solução 0,50% de NaCl) e doze genótipos de arroz irrigado, seis de ciclo precoce (BRS Querência; BRS Pampa; BRA 050106; AB 06046; AB 09025 e AB 10101) e seis de ciclo médio (BRS Sinuelo CL; BRS Bojuru; BRA 040291; BRS CIRAD 302; CNAi 9903 e AB 08020), sendo dispostos em delineamento de blocos ao acaso em parcelas subdivididas com três repetições. Ao término do ciclo

---

<sup>1</sup> Engenheira agrônoma, D.Sc. em Ciências, pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

<sup>2</sup> Engenheiro agrônomo, D.Sc. em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

<sup>3</sup> Engenheiro agrônomo, D.Sc. em Fitomelhoramento, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

biológico de cada genótipo, o grau de tolerância à salinidade da água de irrigação foi avaliado por diagnose visual, pela produtividade de grãos e esterilidade de espiguetas. Com base na avaliação visual de intensidade de sintomas de danos por salinidade, todos os genótipos mostraram-se tolerantes ou moderadamente tolerantes ao nível médio de salinidade na água de irrigação (0,25% de NaCl) na fase reprodutiva. No nível alto de salinidade (0,50% de NaCl), distinguiram-se dois grupos, um com reação de resistência (genótipos de ciclo médio: BRS Sinuelo CL, BRS Bojuru, BRA 040291, BRS Cirad 302, CNAi 990 e AB 08020) e outro suscetível ao sal (genótipos de ciclo precoce: BRS Pampa, AB 06046, AB 10101, BRS Querência, BRA 050106 e AB 09025). A salinidade da água de irrigação na fase reprodutiva reduz a produtividade de grãos e aumenta a esterilidade de espiguetas em arroz. A magnitude desse efeito é proporcional ao nível de sal na água, mas varia em intensidade entre genótipos.

Termos para indexação: *Oryza sativa* L., genótipo, sal, diagnose visual, produtividade.

# Tolerance of Rice Genotypes to Salinity in Irrigation Water

---

## Abstract

*The occasional salinization of water sources used to irrigate rice fields in the coastal region of Rio Grande do Sul State, Brazil, has caused frequent yield losses. A study was developed to evaluate the tolerance of rice genotypes to salinity in irrigation water during the reproductive phase. The experiment was carried out in tanks of masonry, containing the surface layer of a Planossolo Háplico (Albaqualf), in Capão do Leão, Rio Grande do Sul State. The treatments comprised three levels of salinity in irrigation water applied from the panicle differentiation to the maturity (natural water, 0.25% NaCl solution, and 0.50% NaCl solution) and twelve rice genotypes, six early maturing cycle (BRS Querência; BRS Pampa; BRA 050106; AB 06046; AB 09025; and AB 10101) and six medium maturing cycle (BRS Sinuelo CL; BRS Bojuru; BRA 040291; BRS CIRAD 302; CNAi 9903; and AB 08020). These treatments were arranged in a randomized complete block design split plot with three replications. At the end of the cycle of each genotype, the degree of tolerance to salinity of irrigation water was evaluated by visual diagnosis. Rice yield and sterility of spikelets were also determined. Based on visual assessment of intensity of damage symptoms by salinity, all genotypes were moderately tolerant to the average level of salinity in irrigation water (0.25% NaCl solution). At high salinity level (0.50% NaCl solution), two groups of*



*rice genotypes were distinguished, one with resistance reaction to salinity (medium maturing genotypes: BRS Sinuelo CL, BRS Bojuru, BRA 040291, BRS Cirad 302, CNAi 990, and AB 08020) and a group of genotypes susceptible to salt (early maturing genotypes: Pampa, AB 06046, AB 10101, BRS Querência, BRA 050106; and AB 09025). Salinity of irrigation water during the reproductive phase reduces yield and increases spikelet sterility in rice. The magnitude of this effect is proportional to the level of salt in the water, but varies in intensity among genotypes.*

*Index terms: Oryza sativa L., genotype, salt, visual diagnosis, yield.*

## Introdução

Na região litorânea do Rio Grande do Sul, é frequente a ocorrência de prejuízos às lavouras de arroz, decorrentes da salinização da água de irrigação. Isto ocorre no verão, particularmente nos meses de janeiro e fevereiro, coincidindo com a fase reprodutiva do arroz, época em que ocorre baixa precipitação pluviométrica, diminuindo o nível de rios e lagoas que abastecem as lavouras e, em consequência, esses mananciais passam a receber direta ou indiretamente água salgada do Oceano Atlântico. Na prática, isso se reflete em reduções na produtividade do arroz (MACHADO et al., 1999; SANES et al., 2009).

A salinidade é um dos critérios determinantes da qualidade da água de irrigação, sendo estabelecida pela presença de concentrações excessivas de sais solúveis (GOMES et al., 2004), que afetam o crescimento das plantas. O efeito depressivo proporcionado pela salinidade aumenta com a concentração de sais (FAGERIA, 1985), existindo, porém, um nível mínimo a partir do qual ocorre supressão no crescimento das plantas, o qual varia entre espécies. Para cultivares modernas de arroz, o limiar estabelecido é de  $1,9 \text{ dS m}^{-1}$  (GRATTAN et al., 2002).

Os sais solúveis que contribuem efetivamente para a salinidade consistem em proporções variadas dos cátions cálcio, magnésio e sódio e dos ânions cloreto, sulfato, bicarbonato e, algumas vezes também carbonatos (ALLISON, 1964). Porém, em áreas salinizadas por influência marinha, os sais predominantes são os cloretos (FAO/ UNESCO, 1973). Machado et al. (1997, 1999) reportaram que, em determinados anos, a água que chega às lavouras de arroz da Planície Costeira do Rio Grande do Sul apresenta teores de cloreto variando entre 0,2-0,5%, condição que a classifica como água com grau alto a severo de restrição ao uso (PIZARRO, 1985).

A intensidade com que o estresse salino influencia o crescimento e a

produtividade do arroz é determinada por fatores associados à própria planta, ao clima, ao solo e à água de irrigação, bem como às práticas de manejo da cultura (MAAS; HOFFMAN, 1977; PONNAMPERUMA, 1977; CRAMER et al., 1994; RHOADES et al., 2000).

Os genótipos de arroz diferem amplamente quanto à tolerância à salinidade (PONNAMPERUMA, 1977; YOSHIDA, 1981; FAGERIA, 1985), mas o nível de tolerância não é suficientemente elevado, principalmente para cultivares do tipo moderno (GRATTAN et al., 2002). O estágio de desenvolvimento da planta também influencia a tolerância de genótipos de arroz à salinidade. De forma geral, as plântulas são tolerantes durante a germinação, tornando-se muito sensíveis em seguida; na fase vegetativa, o grau de tolerância das plantas aumenta progressivamente até a diferenciação da panícula, voltando a decrescer na floração (YOSHIDA, 1981).

Estudos realizados com as cultivares IRGA 422 CL, IRGA 417 e BRS Querência revelaram decréscimo na germinação do arroz em resposta ao incremento da salinidade no meio de cultivo (SIMIONI et al., 2007; ZENZEN et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2007). No início da fase vegetativa, Fageria (1991) constatou, entre 162 cultivares/linhagens testadas no Brasil Central, que 11% foram tolerantes à salinidade; 11% moderadamente tolerantes; e 17% moderadamente sensíveis; as demais foram classificadas como sensíveis. Mais recentemente Wesz et al. (2011), avaliando genótipos de arroz irrigado, verificaram que os híbridos Avaxi CL e Inov CL apresentam tolerância alta à salinidade do solo no período compreendido entre a emergência e o início do perfilhamento, enquanto que a cultivar BRS Sinuelo CL mostra-se mais suscetível a esse fator. Na região Sul, Machado e Terres (1993, 1995); Machado et al. (1987, 1988, 1989, 1991, 1997, 1999) mostraram entre várias centenas de genótipos de arroz avaliados não existirem materiais tolerantes ao que consideravam nível crítico de salinidade no solo ( $8-10 \text{ dS m}^{-1}$  a  $25^\circ\text{C}$  no extrato de saturação ou  $1500 \text{ mg kg}^{-1}$  de NaCl), sendo restrito o número de genótipos tolerantes ao nível médio

de salinidade ( $4\text{-}5 \text{ dS m}^{-1}$  a  $25^\circ\text{C}$  no extrato de saturação ou  $720 \text{ mg kg}^{-1}$  de NaCl). Tais estudos mostraram, ainda, menor suscetibilidade dos genótipos de arroz à salinidade no solo na fase compreendida entre o perfilhamento e a floração; após esta última, até a maturação, o grau de tolerância dos genótipos diminui bastante, sendo expressa pelo aumento acentuado na esterilidade de espiguetas, com consequente redução na produtividade.

Com relação ao efeito específico da salinidade na água de irrigação para o arroz, resultados de trabalhos desenvolvidos na década de 1990, na região Sul do Brasil, demonstraram que a tolerância de ampla gama de cultivares/linhagens testadas não ultrapassou  $2,5 \text{ g L}^{-1}$  de cloreto de sódio (MACHADO et al., 1993, 1997, 1999; MACHADO; TERRES, 1995; GOMES et al., 2004). Desde então, várias cultivares de arroz irrigado foram lançadas e muitas linhagens incorporadas aos programas de melhoramento genético de instituições públicas e privadas locais, desconhecendo-se sua reação à salinidade da água de irrigação.

Pelo exposto, realizou-se o presente trabalho, que teve por objetivo avaliar o efeito do nível de sal na água de irrigação aplicada durante a fase reprodutiva em genótipos de arroz irrigado.

## **Materiais e Métodos**

O experimento foi realizado na safra agrícola 2011/2012, na Estação Experimental Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, em Capão do Leão, RS, em ambiente natural, em tanques de alvenaria medindo  $2,10 \text{ m} \times 1,35 \text{ m}$  e  $40 \text{ cm}$  de profundidade, preenchidos à profundidade de  $25 \text{ cm}$  com terra proveniente da camada arável ( $0\text{-}20 \text{ cm}$ ) de um Planossolo Háptico (SANTOS et al., 2006), com teor baixo de sódio extraível ( $9 \text{ g dm}^{-3}$ ). Os tratamentos compreenderam três níveis de sal na água de irrigação usada na fase reprodutiva (água natural –

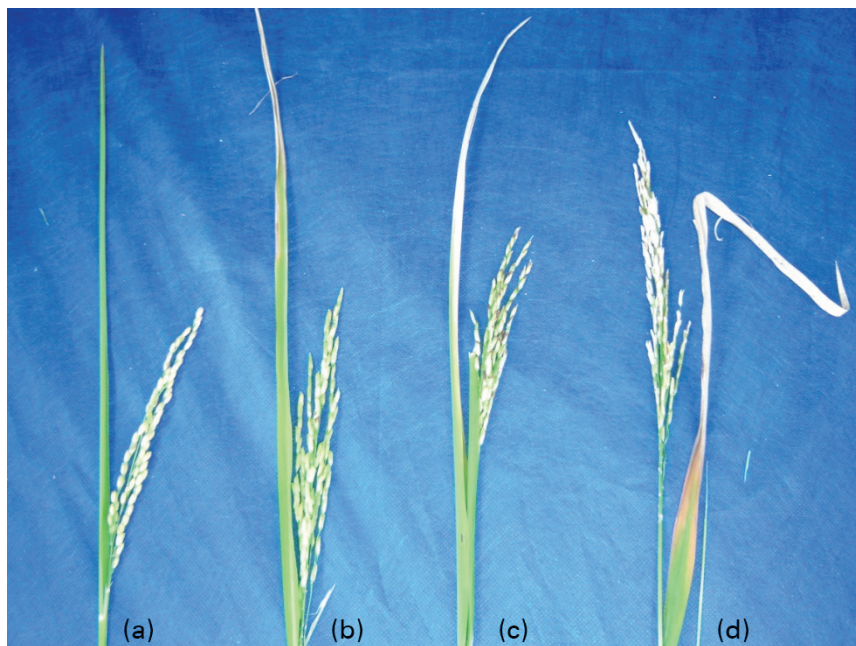
testemunha; solução 0,25% de cloreto de sódio (NaCl) – nível médio; e solução 0,5% de NaCl – nível alto) e 12 genótipos de arroz irrigado, sendo seis de ciclo precoce (BRS Querência; BRS Pampa; BRA 050106; AB 06046; AB 09025 e AB 10101) e seis de ciclo médio (BRS Sinuelo CL; BRS Bojuru; BRA 040291; BRS CIRAD 302; CNAi 9903 e AB 08020). Esses tratamentos foram dispostos em delineamento de blocos ao acaso em parcelas subdivididas, com três repetições. Nas parcelas, alocou-se o fator concentração de sal na água de irrigação, e nas subparcelas o fator genótipo de arroz. As parcelas foram constituídas de duas fileiras de plantas com 1,35 m de comprimento, espaçadas entre si em 17,5 cm, sendo o espaçamento entre plantas de aproximadamente 5 cm. Na distribuição dos genótipos nas parcelas experimentais, agruparam-se em tanques distintos aqueles de ciclo precoce e médio.

Dois meses antes da semeadura do arroz, procedeu-se à correção da acidez do solo para pH 5,5 ( $1,3 \text{ t ha}^{-1}$  de calcário dolomítico 76% de PRNT). Em pré-semeadura, realizou-se adubação com ureia ( $20 \text{ kg ha}^{-1}$  de N), superfosfatotriplo ( $120 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) e cloreto de potássio ( $120 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ ). A adubação nitrogenada em cobertura, como ureia, foi realizada em duas épocas, no estágio de quatro folhas (V4) ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$  de N) e na diferenciação da panícula (estádio R1) ( $40 \text{ kg ha}^{-1}$  de N). Até a diferenciação da panícula, a irrigação foi realizada com água natural. A partir desse estágio até a maturação, aplicaram-se os tratamentos de sal na água de irrigação, mantendo-se uma lâmina de água de aproximadamente 10 cm. O início da fase reprodutiva dos genótipos de ciclo médio ocorreu, em média, 10 dias após daqueles de ciclo precoce.

Semanalmente, a partir da aplicação dos tratamentos de sal na água de irrigação até a maturação dos grãos, determinou-se o grau de tolerância dos genótipos de arroz à salinidade, considerando-se o percentual de folhas descoloridas e/ou mortas, conforme escala de sintomas visuais (IRRI, 1975) (Figura 1) e a condutividade elétrica da

água constituinte da lâmina de irrigação do arroz (TEDESCO et al., 1995).

A colheita dos genótipos de arroz foi escalonada conforme atingiam a maturação. Posteriormente foi determinada a produção de matéria seca dos grãos e a esterilidade de espiguetas. Os dados foram submetidos à análise de variância, comparando-se as médias dos fatores salinidade na água de irrigação e genótipo de arroz pelo teste de Tukey em nível de 5%.



**Figura 1.** Sintomas de níveis crescentes de toxidez por sal utilizados na avaliação do grau de tolerância de genótipos de arroz à salinidade, conforme escala visual de IRRI (1975), sendo: (a) nota 1; (b) nota 3; (c) nota 5 e (d) nota 7.

## Resultados e Discussão

Na Tabela 1 são apresentados os resultados de condutividade elétrica da água constituinte da lâmina de irrigação das parcelas experimentais cultivadas com arroz, em três épocas durante a fase reprodutiva da cultura. Nota-se, para ambos os tratamentos com aplicação de solução salina, redução nos valores de condutividade elétrica ao longo do período de avaliação, sendo esse efeito mais intenso no tratamento com utilização de solução salina mais concentrada (0,50% NaCl). O comportamento observado provavelmente está associado à diluição proporcionada pela chuva durante o período de avaliação, bem como às variações no crescimento e, portanto, na demanda evapotranspiratória das plantas de arroz, que foi maior no tratamento inerente à menor concentração de sal em solução (0,25% NaCl).

A condutividade elétrica da lâmina de água foi proporcional à concentração de sal da solução utilizada para a irrigação do arroz na fase reprodutiva. Ambos os tratamentos de sal propiciaram valores de condutividade elétrica considerados restritivos ao crescimento e à produtividade do arroz (Tabela 1), de acordo com a classificação internacional proposta por Grattan et al. (2002), de 1,9 dS m<sup>-1</sup>.

**Tabela 1.** Condutividade elétrica da água constituinte da lâmina de irrigação de parcelas cultivadas com arroz, em função do nível de sal na água de irrigação na fase reprodutiva, em três épocas de avaliação<sup>1</sup>. Embrapa Clima Temperado, Capão do Leão, RS, 2013.

Tratamento	Época 1	Época 2	Época 3
	dS m <sup>-1</sup>		
Água de irrigação <sup>2</sup>	0,26c	0,19c	0,21c
Solução 0,25% NaCl	3,06b	2,58b	2,69b
Solução 0,50% NaCl	6,13a	5,40a	4,81a

<sup>1</sup>Épocas de avaliação 1, 2 e 3: correspondentes, respectivamente, a duas, cinco e oito semanas após o início da aplicação dos tratamentos com sal no início da fase reprodutiva. <sup>2</sup>Água utilizada na irrigação do arroz (tratamento testemunha) e no preparo das soluções salinas dos demais tratamentos.

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey (p<0,05).

A avaliação visual dos sintomas de danos por salinidade nos genótipos de arroz foi realizada nas mesmas épocas selecionadas para o acompanhamento da condutividade elétrica da água constituinte da lâmina de irrigação (duas, cinco e oito semanas após a aplicação dos tratamentos de sal, correspondendo, respectivamente, ao início, meio e final do período de avaliação). Todos os genótipos mostraram-se resistentes ou moderadamente resistentes ao nível médio de salinidade na água (0,25% NaCl) durante todo o período de avaliação. Sob o nível mais alto de sal na água (0,5% NaCl), a variabilidade entre os genótipos foi maior, havendo genótipos resistentes (BRS Sinuelo CL, BRS Bojuru e BRA 040291), moderadamente resistentes (BRS CIRAD 302, CNAi 9903 e AB 08020), moderadamente suscetíveis (BRS Pampa, AB 06046 e AB 10101) e suscetíveis (BRS Querência, BRA 050106 e AB 09025) à salinidade da água de irrigação na fase reprodutiva (Tabela 2). Os resultados obtidos mostram que os genótipos de ciclo médio apresentam maior tolerância à salinidade, relativamente àqueles de ciclo precoce. Esse efeito é mais visível para o nível mais alto de sal na água de irrigação (0,5% NaCl). De maneira geral, as cultivares de ciclo menor são mais sensíveis a estresses



associados a fatores abióticos, bióticos e decorrentes do manejo inadequado, por disporem de menor tempo para se recuperarem dos mesmos.

Com relação aos resultados obtidos, há que se ressaltar que o critério agrônômico mais efetivo para a avaliação de tolerância à salinidade de cultivares de arroz é a produtividade de grãos (MASS; HOFFMAN, 1977), visto que cultivares de arroz visualmente pouco afetadas pela salinidade e com bom desenvolvimento vegetativo podem ter a produtividade significativamente reduzida em presença de sal (PEARSON, 1959).

**Tabela 2.** Intensidade de sintomas de danos por salinidade em genótipos de arroz irrigado, em três épocas de avaliação<sup>1</sup> de acordo com escala visual (IRRI, 1975)<sup>2</sup>, em função do nível de sal na água de irrigação na fase reprodutiva. Embrapa Clima Temperado, Capão do Leão, RS, 2013.

Genótipo	Solução 0,25% NaCl			Solução 0,50% NaCl		
	Época 12	Época 2	Época 3	Época 1	Época 2	Época 3
BRS Querência	1	1*	3*	1*	3*	9
BRS Pampa	1	2	3	2*	3*	7
BRA 050106	1	2*	5	3	5	9
AB 06046	1	2*	3*	2	3*	7
AB 09025	1	2*	5	2*	3*	9
AB 10101	1	2	3*	2*	2	7*
BRS Sinuelo CL	1	1	2*	1*	2	3*
BRS Bojuru	1*	2	3	1*	3	3*
BRA 040291	2	3	3	2	3	3*
BRS Cirad 302	1	2	3	1*	3	5
CNAi 9903	1	2	2*	2	3*	5
AB 08020	1	2*	2*	1*	3	5

<sup>1</sup>Épocas de avaliação 1, 2 e 3: correspondentes, respectivamente, a duas, cinco e oito semanas após o início da aplicação dos tratamentos com sal no início da fase reprodutiva.

<sup>2</sup>Escala de avaliação de tolerância de plantas à salinidade: nota 1- crescimento e perfilhamento quase normal, ausência de sintomas nas folhas (resistente); nota 2- crescimento e perfilhamento quase normal, extremidade das folhas esbranquiçadas e enroladas (resistente); nota 3- crescimento e perfilhamento retardado, algumas folhas enroladas (resistente); nota 5- crescimento e perfilhamento severamente retardado, maioria das folhas enroladas, apenas algumas folhas apresentam-se alongadas (moderadamente resistentes); nota 7- interrupção do crescimento, maioria das folhas secas, morte de algumas plantas (moderadamente suscetível); nota 9- morte de quase todas as plantas (suscetível). \*Sintomas intermediários entre a nota atribuída e a imediatamente superior.

Todos os genótipos de arroz, independentemente do potencial produtivo na ausência do fator sal, tiveram a produtividade de grãos reduzida pela irrigação com água salinizada na fase reprodutiva. Os decréscimos em produtividade foram proporcionais ao nível de sal na água, exceto para a cultivar BRS Bojuru e a linhagem CNAi 9903, ambas do tipo japônica, para as quais a redução de produtividade proporcionada pelos dois níveis de sal na água

testados foi semelhante (Tabela 3). A produção de grãos é uma variável bastante afetada pela salinidade em arroz, com valores inversamente proporcionais à magnitude do estresse (GRATTAN et al., 2002). Assim, os genótipos com menores perdas em produtividade quando expostos ao estresse salino são tidos como mais tolerantes à salinidade.

O efeito da salinidade na produção de grãos dos genótipos de arroz testados corrobora resultados da avaliação visual, indicando maior tolerância daqueles de ciclo médio ao estresse por sal. A redução média na produção dos genótipos de ciclo médio, sob nível médio e alto de sal na água foi de 32% e 48%, respectivamente, comparativamente a reduções médias de 35% e 73%, para os genótipos de ciclo precoce. Destaca-se, porém, a reação de tolerância da 'BRS Pampa' ao nível médio de sal na água (0,25% NaCl), cuja redução relativa na produção foi de 26%, superior apenas à do híbrido BRS Cirad 302 (21%) (Tabela 3).

**Tabela 3.** Produção de matéria seca dos grãos de genótipos de arroz irrigado, em função do nível de sal na água de irrigação na fase reprodutiva. Embrapa Clima Temperado, Capão do Leão, RS, 2013.

Genótipo	Água natural	Solução 0,25% NaCl	Solução 0,50% NaCl
	g m <sup>-2</sup>		
BRS Querência	843 Ac	626 Bd (26)1	332 Cef (61)
BRS Pampa	1055 Aa	855 Ba (19)	356 Cde (66)
BRA 050106	1061 Aa	619 Bd (42)	267 Cfg (75)
AB 06046	862 Ac	452 Bef (48)	191 Chi (78)
AB 09025	873 Ac	499 Be (43)	150 Ci (83)
AB 10101	874 Ac	593 Bd (32)	230 Cgh (74)
BRS Sinuelo CL	1007 Aab	778 Bb (23)	438 Cbc (57)
BRS Bojuru	664 Ae	307 Bg (54)	255 Bgh (62)
BRA 040291	983 Ab	710 Bc (28)	495 Cb (50)
BRS Cirad 302	977 Ab	773 Bbc (21)	597 Ca (39)
CNAi 9903	766 Ad	412 Bf (46)	408 Bcd (47)
AB 08020	904 Ab	750 Bbc (17)	581 Ca (36)

<sup>1</sup>Os valores entre parênteses representam o percentual de redução na produção relativamente ao tratamento sem adição de sal (água natural).

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Em grande parte, as perdas em produção do arroz decorrentes do estresse salino estão associadas à esterilidade de espiguetas, variável também muito influenciada pela salinidade na fase reprodutiva (MACHADO; TERRES, 1995). De modo geral, os resultados de esterilidade de espiguetas (Tabela 4) acompanharam aqueles de produção de grãos. Nesse sentido, Sanes et al. (2009) já haviam determinado correlação negativa entre a produção de grãos e a esterilidade de espiguetas de genótipos de arroz irrigado. Destaca-se que a esterilidade em arroz é determinada também por componente genético, além de ser influenciada por fatores associados ao meio ambiente, particularmente ao frio na fase de emborrachamento.

Este estudo sobre tolerância de arroz irrigado à salinidade deve ser continuado visando confirmar a resposta dos genótipos avaliados

ao estresse e identificar fontes de resistência para incorporação em programas de melhoramento genético de arroz.

**Tabela 4.** Esterilidade de espiguetas de genótipos de arroz irrigado, em função do nível de sal na água de irrigação na fase reprodutiva. Embrapa Clima Temperado, Capão do Leão, RS, 2013.

Genótipo	Água natural	Solução 0,25% NaCl	Solução 0,50% NaCl
	%		
BRS Querência	15,7 Cde	30,5 Bde	56,6 Ac
BRS Pampa	28,1 Ba	32,0 Bcd	60,6 Ac
BRA 050106	18,2 Cbcd	39,8 Bab	71,5 Ab
AB 06046	24,7 Ca	37,4 Bbc	56,7 Ac
AB 09025	16,9 Ccde	39,3 Bab	87,2 Aa
AB 10101	23,6 Cab	40,4 Bab	78,1 Ab
BRS Sinuelo CL	11,9 Be	15,6 Bf	42,8 Ad
BRS Bojuru	12,8 Cde	17,9 Bf	46,2 Ad
BRA 040291	12,6 Cde	18,0 Bf	46,9 Ad
BRS Cirad 302	22,1 Cabc	29,3 Bd	44,0 Ad
CNAi 9903	15,1 Cde	25,7 Be	42,7 Ad
AB 08020	16,8 Ccde	25,9 Be	36,2 Ae

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

A análise dos dados de esterilidade de grãos permitiu agrupar os genótipos avaliados em dois grupos, o primeiro reunindo as cultivares e linhagens de ciclo precoce, com maior suscetibilidade ao excesso de sal na água de irrigação na fase reprodutiva, apresentando portanto maior esterilidade de espiguetas, e o segundo, constituído pelos genótipos de ciclo médio, mais tolerantes ao excesso de sal, que apresentaram índice de esterilidade inferior a 50%, mesmo sob nível alto de sal na água de irrigação (0,50% de NaCl). Neste sentido, ressalta-se o desempenho dos genótipos AB 08020, CNAi 9903, BRS Sinuelo CL e BRS Cirad 302 que, sob nível alto de sal na água de irrigação (0,50% de NaCl), apresentaram índice de esterilidade inferior ao da 'BRS Bojuru', reconhecidamente tolerante à salinidade e ao frio

(MACHADO et al., 1997), sendo por essa razão utilizada como genótipo padrão em estudos sobre tolerância de arroz à salinidade.

## Conclusões

Com base em avaliação visual, todos os genótipos de arroz avaliados mostram-se resistentes ou moderadamente resistentes ao nível médio de sal (0,25% NaCl) na água de irrigação na fase reprodutiva. No nível alto de sal (0,5% NaCl), distinguem-se dois grupos, um com reação de resistência (genótipos de ciclo médio: BRS Sinuelo CL, BRS Bojuru, BRA 040291, BRS Cirad 302, CNAi 990 e AB 08020) e outro suscetível ao sal (genótipos de ciclo precoce: BRS Pampa, AB 06046, AB 10101, BRS Querência, BRA 050106 e AB 09025).

A salinidade da água de irrigação na fase reprodutiva do arroz aumenta a esterilidade de espiguetas, com consequente redução na produção de grãos. A magnitude desse efeito é proporcional ao nível de sal na água, porém varia em intensidade entre genótipos.

## Referências

ALLISON, L. E. Salinity in relation to irrigation. **Advances in Agronomy**, New York, v. 16, p. 139-178, 1964.

CRAMER, G. R.; ALBERICO, G. J.; SCHMIDT, C. Salt tolerance is not associated with the sodium accumulation of two maize hybrids. **Australian Journal of Plant Physiology**, Victoria, v. 21, p. 675-692, 1994.

FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P.; GHEYI, H. R. Avaliação de cultivares de arroz para tolerância à salinidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 5, p. 677-681, 1981.

FAGERIA, N. K. Salt tolerance of rice cultivars. **Plant and Soil**, The Hague, v. 88, p. 237-243, 1985.

FAGERIA, N. K. Tolerance of rice cultivars to salinity. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 281-288, 1991.

FAO/UNESCO. **Irrigation, drainage and salinity**. Paris: Hutchison, 1973. 510 p.

FREIRE, C. J. da S. **Manual de métodos de análise de tecido vegetal, solo e calcário**. 2. ed. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2001. 201 p.

GOMES, A. S.; PAULETTO, E. A.; FRANZ, A. F. H. Uso e manejo da água em arroz irrigado. In: GOMES, A. S.; MAGALHÃES JUNIOR, A. M. (Ed.). **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. p. 417-455.

GRATTAN, S. R.; ZENG, L.; SHANNON, M. C.; ROBERTS, S. R. Rice is more sensitive to salinity than previously thought. **California Agriculture**, Berkeley, v. 56, p. 189-195, 2002.

IRRI (INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE). **Standard evaluation system for rice**. Los Baños: IRRI, 1975.

MACHADO, M. O.; GOMES, A. da S.; DIAS, A. D.; VAHL, L. C.; PAULETTO, E. A. Identificação de genótipos de arroz tolerantes à salinidade. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 16., 1987, Balneário Camboriú. Anais... Florianópolis: EMPASC, 1987. p. 114-127.

MACHADO, M. O.; NACHTIGALL, G. R.; GOMES, A. da S.; TERRES, A. L.; DIAS, A. D. Identificação de genótipos de arroz tolerantes à salinidade do solo – 1987/88. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 17., 1988, Pelotas. **Anais...** Pelotas: EMBRAPA-CPATB, 1988. p. 191-198.

MACHADO, M. O.; NACHTIGALL, G. R.; TERRES, A. L. Identificação de genótipos de arroz tolerantes à salinidade do solo – 1988/89. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 18., 1989, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: IRGA, 1989. p. 284-295.

MACHADO, M. O.; TERRES, A. L. Avaliação de genótipos de arroz para tolerância à salinidade da água de irrigação: do início da diferenciação da panícula à maturidade - 1986/87 a 1992/93. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 20., 1993, Pelotas. **Anais...** Pelotas: EMBRAPA-CPACT, 1993. p. 91-93. (EMBRAPA-CPACT. Documentos, 1).

MACHADO, M. O.; TERRES, A. L. Melhoramento genético de arroz irrigado na EMBRAPA-CPACT: IX.-Tolerância de genótipos à salinidade do solo - safra 1994/95. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 21., 1995, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: IRGA, 1995. p. 48-53.

MACHADO, M. O.; TERRES, A. L.; FAGUNDES, P. R. R. Melhoramento do arroz irrigado na EMBRAPA-CPACT: 9. Tolerância de genótipos à salinidade da água de irrigação, do início da diferenciação da panícula à maturidade - safras 1995/96 e 1996/97. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 22., 1997, Balneário Camboriú. **Anais...** Itajaí: EPAGRI, 1997. p. 62-65.

MACHADO, M. O.; TERRES, A. L.; FAGUNDES, P. R. R. Melhoramento genético do arroz irrigado na Embrapa Clima Temperado: 8. tolerância de genótipos à salinidade da água de irrigação, do início da diferenciação da panícula à maturidade - safras 1997/98 e 1998/99. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 1.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 23., 1999, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1999. p. 103-106.

MACHADO, M. O.; TERRES, A. L.; RIBEIRO, A. S. Identificação de genótipos de arroz, tolerantes à salinidade da água de irrigação: do



início da diferenciação da panícula à maturidade – 1986/87 a 1990/91. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 19., 1991, Balneário Camboriú. **Anais...** Florianópolis: EMPASC, 1991. p. 165-168.

MASS, E. V.; HOFFMAN, G. J. Crop salt tolerance – current assessment. **Journal of Irrigation and Drainage Division**, New York, v. 103, p. 115-134, 1977.

OLIVEIRA, S.; ZENZEN, I. L.; SIMIONI, S. B. Efeito da salinidade na germinação de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.) cv. IRGA 417 sob concentrações crescentes de NaCl. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 5., 2007, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. v. 1, p. 327-329.

PEARSON, G. A.; BERNSTEIN, L. Salinity effects on several growth stages of rice. **Agronomy Journal**, Madison, v. 51, p. 654-657, 1959.

PIZARRO, F. **Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos**. Madrid: Agrícola Española, 1985. 528 p.

PONNAMPERUMA, F. N. **Screening rice for tolerance to mineral stresses**. Los Baños: IRRI, 1977. 21 p. (IRRI. Paper series, 6.).

RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **Uso de águas salinas para a produção agrícola**. In: GHEYI, H. R.; SOUSA, J. R.; QUEIROZ, J. E. (Ed.). Campina Grande: UFPB, 2000. p. 40-48.

SANES, F. S. M.; SCIVITTARO, W. B.; CASTILHOS, R. M. V.; MORAES, J. R.; VAHL, L. C. Efeito da salinização da água de irrigação em genótipos de arroz. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 6., 2009, Porto Alegre. **Anais...** Pelotas: SOSBAI, 2009. 1 CD-ROM.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.;

CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

SIMIONI, S. B.; ZENZEN, I. L.; OLIVEIRA, S. Influência de diferentes concentrações salinas sobre a germinação de arroz (*Oryza sativa* L.) cv. IRGA 422 CL In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 5., 2007, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. v. 1, p. 330-332.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análise de solos, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Departamento de solos, UFRGS, 1995. 174 p.

WESZ, J.; SCIVITTARO, W. B.; SOUSA, R. O. Tolerância de genótipos de arroz irrigado à salinidade do solo no início da fase vegetativa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 7., 2011, Balneário Camboriú. **Anais...** Itajaí: SOSBAI, 2011. 1 CD-ROM.

YOSHIDA, S. **Fundamentals of rice crop science**. Los Baños: IRRI, 1981. 269 p.

ZENZEN, I. L.; SIMIONI, S. B.; OLIVEIRA, S. Avaliação da germinação de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.) cv. BRS Querência sob diferentes concentrações salinas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 5., 2007, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. v. 1, p. 327-329.



---

*Clima Temperado*

Ministério da  
**Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento**

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PÁTRIA EDUCADORA

CGPE 11777